

EP99/510

EPO - Munich
26

11. Feb. 1999

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



09/601693

09/601693

Bescheinigung

Die Wernicke & Co GmbH in Düsseldorf/Deutschland hat eine Patentanmeldung
unter der Bezeichnung

"Verfahren und Vorrichtung zum Bearbeiten von Brillengläsern"

am 5. Februar 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole
B 24 B und G 02 C der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

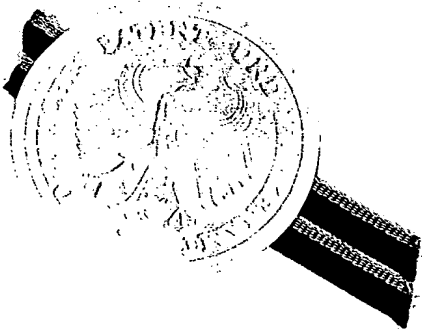
München, den 22. Januar 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Wehner



Aktenzeichen: 198 04 542.5

04.02.98

Meine Akte Nr. 7510a R/St

Wernicke & Co. GmbH

Z u s a m m e n f a s s u n g

Verfahren und Vorrichtung zum Bearbeiten von Brillengläsern mittels einer CNC-gesteuerten Brillenglasbearbeitungsmaschine mit den Schritten: Eingeben der optometrischen Daten des Brillenträgers in einen Rechner einer Steuereinrichtung der Maschine mit Hostanschluß, Eingeben der PD-Werte des Brillenträgers in den Rechner, Eingeben der Formdaten eines ausgewählten Brillengestells in den Rechner, Eingeben des Brillenglasmaterials in den Rechner, Berechnen des erforderlichen Rohglasdurchmessers und Anzeigen des Rohglasdurchmessers, Einsetzen eines Rohglases mit dem erforderlichen Durchmesser in die Maschine, ggf. Errechnen des Verlaufs einer Facette, einer Nut oder Fase auf dem formbearbeiteten Brillenglas aus den eingegebenen Daten oder aus der Frontkurve und der Rückkurve, die aufgrund der Oberflächen vorliegen, z. B. im Hostrechner, CNC-gesteuertes Bearbeiten des Rohglases.

- 2 -

04.02.98

Meine Akte Nr. 7510a R/St

Wernicke & Co. GmbH

"Verfahren und Vorrichtung zum Bearbeiten von Brillengläsern"

Die Erfindung betrifft eine CNC-gesteuerte Brillenglasbearbeitungsmaschine und ein Verfahren zum Bearbeiten von Brillengläsern mittels der CNC-gesteuerten Brillenglasbearbeitungsmaschine.

Bekannte CNC-gesteuerte Brillenglasbearbeitungsmaschinen, insbesondere Brillenglasrandbearbeitungsmaschinen, erfordern trotz einer weitgehenden Automatisierung eine besondere Genauigkeit und daher Geschicklichkeit beispielsweise beim Einsetzen eines zu bearbeitenden Rohglases in die Maschine und/oder sind anspruchsvoll sowie kompliziert in ihrer Bedienung hinsichtlich der Eingabe der für die Brillenglasbearbeitung erforderlichen Parameter, die eine Funktion der optometrischen Daten des Brillenträgers, des ausgewählten Brillengestells, des Brillenglasmaterials und dergleichen sind.

Bei den bekannten CNC-gesteuerten Brillenglasbearbeitungsmaschinen kommt es immer noch vor, daß sich ein fertig bearbeitetes Brillenglas nicht in das ausgewählte Brillengestell einsetzen läßt

- 3 -

und daher nachbearbeitet werden muß.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Verfahren zum Bearbeiten von Brillengläsern mittels einer CNC-gesteuerten Brillenglasrandbearbeitungsmaschine zu schaffen, durch das die Bedienung der CNC-gesteuerten Brillenglasbearbeitungsmaschine vereinfacht und erleichtert wird und durch das eine erhöhte Genauigkeit des formbearbeiteten Brillenglases erreicht wird.

Des weiteren liegt der Erfindung das Problem zugrunde, eine CNC-gesteuerte Brillenglasbearbeitungsmaschine so zu verbessern, daß bei erhöhter Bearbeitungsgenauigkeit die Bedienung erheblich vereinfacht wird.

Ausgehend von dieser Problemstellung wird ein Verfahren zum Bearbeiten von Brillengläsern mittels einer CNC-gesteuerten Brillenglasbearbeitungsmaschine vorgeschlagen, das erfindungsgemäß die Schritte:

- Eingeben der optometrischen Daten des Brillenträgers, d. h. Dioptrienzahl, Werte und Winkel eines zylindrischen oder prismatischen Schliffs, Stärke und Lage eines Nahteils in einen mit einer Steuereinrichtung der Maschine zusammenwirkenden Rechner,
- Eingeben des Augendurchblickpunktes (PD-Werte) des Brillenträgers durch ein ausgewähltes Brillengestell in den Rechner,

- 4 -

- Eingeben der Formdaten eines ausgewählten Brillengestells ggf. des Verlaufs der Form und des Umfangs einer Facettennut des Brillengestells oder einer dem Brillengestell entsprechenden Brillenglasnut oder einer -fase in den Rechner,
- Eingeben des Brillenglasmaterials, d. h. Silikatglas oder Kunststoff wie CR39 oder Polycarbonat, in den Rechner,
- Berechnen des erforderlichen Rohglasdurchmessers in dem Rechner und Anzeigen des Rohglasdurchmessers,
- Einsetzen eines Rohglases mit dem erforderlichen Durchmesser in die Maschine,
- ggf. Prüfen der Lage des in die Maschine eingesetzten Rohglases sowie Einrechnen der Lage des Rohglases in die Bearbeitungsdaten,
- ggf. Errechnen des Verlaufs einer Facette, einer Nut oder einer Fase auf dem formbearbeiteten Brillenglas aus wenigstens einem der Parameter: optometrische Daten, PD-Werte, Formdaten, Radien der Vorder- und Rückfläche sowie der Mittendicke des Brillenglases,
- ggf. Vergleichen der Form der Facettennut im ausgewählten Brillengestell mit der Form der Facettennut in einem Brillenglasrandbearbeitungswerkzeug in der Maschine sowie rechnerische Entscheidung, ob das Bearbeiten der Facette ohne oder mit rechnerischer Berücksichtigung von Korrekturwerten möglich ist oder nicht und
- CNC-gesteuertes Bearbeiten des Rohglases, das zumindest das Formbearbeiten des Brillenglases und, falls gegeben, auch das Bearbeiten einer Facette, einer Brillenglasnut oder -fase, ggf.

- 5 -

auch das Bearbeiten der optischen Oberfläche(n) umfaßt, aufweist, wobei vorteilhaft ist, daß sich Korrekturwerte in die Bearbeitungsdaten vor dem CNC-gesteuerten Bearbeiten des Rohglases in Abhängigkeit von vorgegebenen Bearbeitungswerkstück und Werkzeugtoleranzen sowie festgestellte Abweichungen davon einrechnen lassen.

Zusätzlich zu diesen Schritten kann eine Kontrollanzeige der eingegebenen Werte, des erforderlichen Rohglasdurchmessers und ein lagerichtiges Abbilden des Rohglases und dazu überlagert der Brillenglasform auf einem Bildschirm erfolgen, so daß eine visuelle Überprüfung aller für die Brillenglasbearbeitung erforderlichen Parameter möglich ist.

Wenn die Facettennut im Brillengestell und die sich aus der Facettennut im Brillenglasrandbearbeitungswerkzeug ergebende Facette auf dem Umfang des Brillenglases auf einem Bildschirm abgebildet und zugeordnet werden, kann des weiteren eine visuelle Überprüfung der Durchführbarkeit der Facettenbearbeitung erfolgen.

Um die Bedienungsperson von einer besonderen Aufmerksamkeit und Sorgfalt beim Eingeben der Parameter zu entlasten, kann vorzugsweise das Eingeben der für die Brillenglasbearbeitung erforderlichen Daten in maschinenlesbarer Form erfolgen, wobei die erforderlichen Daten wenigstens teilweise auf wenigstens einem Datenträger, wie Magnetstreifenkarte, Strichcodekarte oder Karte mit CD-Element oder einer Diskette gespeichert sein können.

- 6 -

Auch die PD-Werte brauchen nicht alphanumerisch in eine Tastatur eingegeben zu werden, wenn diese PD-Werte durch ein automatisches Video-Aufnahme-System ermittelt werden und die ermittelten Daten direkt in den Rechner der Steuereinrichtung geleitet werden. Liegen die Formdaten eines ausgewählten Brillengestells nicht gespeichert auf einem Datenträger vor, können sie in einer Abtastvorrichtung einschließlich des Facettenverlaufs, der Facettenform und des Umfangs berührungslos in einer Abtastvorrichtung ermittelt und direkt an den Rechner geleitet werden.

Wenn die Abmessungen und die Form der Facettennut in dem Brillenglasrandbearbeitungswerkzeug vorzugsweise berührungslos durch ein Video-Aufnahme-System oder Laser-Scanner-System ermittelt und diese Daten direkt an den Rechner geleitet werden, ist es möglich, durch den Rechner feststellen zu lassen, ob sich eine Facette auf einem formzubearbeitenden Brillenglas entsprechend den Abmessungen und der Form der Facettennut in dem ausgewählten Brillengestell mit dem vorhandenen Brillenglasrandbearbeitungswerkzeug in Abhängigkeit von der Abnutzung der Facettennut in dem Brillenglasrandbearbeitungswerkzeug ggf. unter Einrechnen eines Korrekturwertes herstellen läßt.

Zum Berechnen des Facettenverlaufs auf dem Umfang eines formzuschleifenden Brillenglases kann entweder der Verlauf der

- 7 -

Vorderkante und der Rückkante eines formbearbeiteten Brillenglases in der Maschine, vorzugsweise berührungslos durch ein Video-Aufnahme-System abgetastet werden, wonach die Daten direkt an den Rechner geleitet werden, der daraus den Verlauf einer für das ausgewählte Brillengestell geeigneten Facette berechnet und diese Werte zum Steuern der Facettenbearbeitung verwendet; oder der Verlauf der Vorderkante und der Rückkante eines Brillenglases entsprechend einem ausgewählten Brillengestell wird aus wenigstens einem der Parameter: optometrische Daten, PD-Werte, Formdaten, Radien der Vorder- und Rückfläche sowie Mittendicke durch den Rechner, der daraus den Verlauf einer für das ausgewählte Brillengestell geeigneten Facette berechnet und diese Daten zum Steuern der Facettenbearbeitung verwendet, wobei vorzugsweise der Verlauf der Vorderkante und der Rückkante aus den Radien der Vorder- und Rückfläche sowie der Mittendicke berechnet und/oder aus einem Rechner für die Oberflächenbearbeitung übernommen wird. Dieser Rechner für die Oberflächenbearbeitung kann derselbe Rechner wie der für die Randbearbeitung sein.

Die eingegebenen und errechneten Daten können als Bestelldaten für das Rohglas durch Datenfernübertragung an einen Brillenglashersteller übermittelt werden, so daß nach Eingang des bestellten Rohglases in einer an den Rechner angeschlossenen Brillenglasbearbeitungsmaschine die Fertigbearbeitung des Rohglases erfolgen kann.

Ebenso ist es möglich, die eingegebenen und errechneten Daten als

- 8 -

Bestelldaten für ein fertig bearbeitetes Brillenglas durch Datenfernübertragung an einen Brillenglashersteller zu übermitteln, so daß nach Eingang des fertigbearbeiteten Brillenglases nur noch das Einsetzen der Brillengläser in ein ausgewähltes Brillengestell durch den Augenoptiker zu erfolgen hat.

Für alle Rechnungen zum Ermitteln der Bearbeitungsdaten kann ein Hostrechner eingesetzt werden, der als externe Steuereinheit mehrere Maschinen und Geräte im Multitasking-Betrieb steuert.

Zur Lösung des eingangs erwähnten Problems dient auch eine Brillenglasbearbeitungsmaschine mit einem Gehäuse, einer Bearbeitungskammer im Gehäuse, einer Brillenglashaltewelle und einer Bearbeitungsvorrichtung in der Kammer, einem mit einer Steuereinrichtung zum Steuern der Bearbeitung eines von der Brillenglashaltewelle gehaltenen Rohglases durch die Bearbeitungsvorrichtung verbundenen Rechner, einer mit dem Rechner verbundenen Eingabetastatur und einer mit der Steuereinrichtung verbindbaren Datenlesevorrichtung für auf einer Datenträgerkarte, wie Magnetstreifenkarte, Strichcodekarte oder Karte mit CD-Element gespeicherte Daten für die Brillenglasbearbeitung.

Des weiteren kann ein mit dem Rechner verbundenes Diskettenlaufwerk für auf einer Diskette gespeicherte Daten für die Brillenglasbearbeitung, und/oder eine mit dem Rechner verbundene Abtastvorrichtung für die Brillenglasöffnung in einem

- 9 -

ausgewählten Brillengestell sowie für den Verlauf, die Querschnittsform und den Umfang einer Facettennut in dem Brillengestell und/oder ein mit dem Rechner verbundener Sensor zum Erkennen von charakterisierenden Kennzeichnungen auf einem Rohglas, auf einer Verpackung für ein Rohglas oder einem Aufbewahrungsbehälter für Rohgläser und/oder auf einem Brillengestell, einer Verpackung für ein Brillengestell oder auf einem Aufbewahrungsbehälter für ein Brillengestell und/oder ein mit der Steuereinrichtung verbindbares Video-Aufnahme-System zum automatischen Aufnehmen der PD-Werte des Brillenträgers mit Bezug auf ein ausgewähltes Brillengestell und/oder ein mit dem Rechner verbundener Scheitelbrechwertmesser zum automatischen Aufnehmen der optischen Werte eines formbearbeiteten Brillenglases oder eines Rohglases und/oder eine mit dem Rechner verbundene Vorrichtung zum Aufsetzen eines Blocks oder Saugers auf ein Rohglas oder ein formbearbeitetes Brillenglas und zum automatischen Übermitteln der Lage des Blocks oder Saugers auf dem Rohglas oder dem formbearbeiteten Brillenglas an den Rechner vorhanden sein, wodurch sich alphanumerische Eingaben in die Maschine durch die Bedienungsperson erübrigen.

Wenn eine mit dem Rechner verbundene Erkennungseinrichtung für die Lage eines zu bearbeitenden Glases bezüglich der Brillenglashaltewelle vorhanden ist, ergeben sich keine besonderen Anforderungen an die Genauigkeit des Einsetzens des Rohglases in die Brillenglashaltewelle, da sich die durch die Erkennungseinrichtung festgestellte Lage des Rohglases bezüglich

- 10 -

der Brillenglashaltewelle rechnerisch bei der Bearbeitung des Rohglases berücksichtigen läßt.

Ebenso kann eine mit dem Rechner verbundene Erkennungseinrichtung für den Durchmesser eines in der Brillenglashaltewelle gehaltenen Rohglases und/oder für den Verlauf der Vorderkante und der Rückkante des Umfangs eines formbearbeiteten Brillenglases vorgesehen sein, aus deren Daten der Rechner den Facettenverlauf auf dem Umfang des formbearbeiteten Brillenglases berechnen und dessen Bearbeitung steuern kann.

Wenn des weiteren eine mit dem Rechner verbundene Erkennungseinrichtung für die Form und die Abmessungen einer Facettennut in einem Brillenglasrandbearbeitungswerkzeug vorgesehen wird, läßt sich die Facettennut in dem Brillenglasrandbearbeitungswerkzeug mit der Facettennut im ausgewählten Brillengestell vergleichen und eine Entscheidung treffen, ob sich ein Brillenglas mit der berechneten Facette in das ausgewählte Brillengestell, ggf. unter Einrechnung von Korrekturwerten in Abhängigkeit von der Form und den Abmessungen der Facettennut im ausgewählten Brillengestell und in dem Brillenglasrandbearbeitungswerkzeug einsetzen läßt oder nicht.

Die Erkennungseinrichtungen für die Lage eines zu bearbeiteten Glases bezüglich der Brillenglashaltewelle, für den Durchmesser eines in der Brillenglashaltewelle gehaltenen Rohglases und/oder für den Verlauf der Vorderkante und der Rückkante des Umfangs

- 11 -

eines formbearbeiteten Brillenglases sowie die Erkennungseinrichtung für die Form und die Abmessungen einer Facettennut in ein Brillenglasrandbearbeitungswerkzeug können vorzugsweise aus einer CCD-Kamera oder einem Laser-Scanner-System bestehen, wobei sich die Erkennungseinrichtung für den Durchmesser eines in der Brillenglashaltewelle gehaltenen Rohglases und/oder für den Verlauf der Vorderkante und der Rückkante des Umfangs eines formbearbeiteten Brillenglases und die Erkennungseinrichtung für die Form und die Abmessungen einer Facettennut in einem Brillenglasrandbearbeitungswerkzeug als getrennte Vorrichtungen oder in eine einzige Vorrichtung zusammengefaßt verwirklichen lassen.

Ein mit dem Rechner verbundener Bildschirm zum Anzeigen der eingegebenen Daten und/oder zum Abbilden des Rohglases mit dem erforderlichen Durchmesser und/oder des lagerichtig mit Bezug auf das Rohglas ausgerichteten formzubearbeitenden Brillenglases und/oder des Facettennutquerschnitts eines ausgewählten Brillengestells sowie der sich aus den Abmessungen und der Form der Facettennut des Brillenglasrandbearbeitungswerkzeugs ergebenden Facette eines formzubearbeitenden Brillenglases erleichtert die visuelle Kontrolle durch die Bedienungsperson hinsichtlich der eingegebenen bzw. eingelesenen Daten und des fertigen Brillenglases, ist für den automatischen Ablauf der Brillenglasbearbeitung jedoch nicht zwingend erforderlich.

Wenn sämtliche Eingaben in der vorgeschilderten Weise durch

- 12 -

automatische Datenlesegeräte oder Abtastvorrichtungen erfolgen, braucht die erfindungsgemäße Brillenglasrandbearbeitungsmaschine nur eine sehr einfache Eingabetastatur aufzuweisen, die nur eine Einschalttaste, eine Starttaste, eine Unterbrechungstaste für den laufenden Bearbeitungsvorgang, eine Stoptaste und ggf. eine Taste zum Ansteuern eines Nachschliffs umfaßt.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels des näheren erläutert.

Von einer an sich bekannten, CNC-gesteuerten Brillenglasrandschleifmaschine ist ein Gehäuse 1 dargestellt, in deren Schleifkammer 2 drei Schleifscheiben 3 an einer Welle 4 angeordnet sind. Eine der Schleifscheiben mit zylindrischer Oberfläche dient zum Vorschleifen der Umrißgestalt eines Brillenglases, während die beiden weiteren Schleifscheiben zum Anschleifen unterschiedlicher Dachfacetten an das vorgeschliffene Brillenglas dienen. Eine der Facettennuten ist mit der Bezugsziffer 12 gekennzeichnet. Parallel zur Welle 4 mit den Schleifscheiben 3 sind koaxiale, drehbare, hohle Halbwellen 5, 6 angeordnet, wovon die Halbwelle 6 axial verschiebbar ist. Die Halbwellen 5, 6 weisen an ihren Enden ringförmige Halteköpfe 8 auf, zwischen denen sich ein Rohglas 9 einklemmen läßt. Das Einklemmen kann automatisch oder über eine Handhabe 7 erfolgen. Das Rohglas 9 läßt sich in den Bereich der Halbwellen 5, 6 einschwenken, indem es zunächst an einen nicht dargestellten Halter an einer die Schleifkammer 2 nach außen abschließenden,

- 13 -

ebenfalls nicht dargestellten Klappe von Hand angesetzt und am Halter beispielsweise mittels einer außerhalb des für das Halten des Rohglases 9 zwischen den Halbwellen 5, 6 benötigten Bereichs der Oberfläche angreifenden, steuerbaren Saugvorrichtung gehalten wird. Eine derartige Vorrichtung ist im einzelnen in der DE 195 37 692 C2 derselben Anmelderin beschrieben.

In der hohlen Halbwelle 6 ist eine Beleuchtungseinrichtung 11 angeordnet, während koaxial dazu in der hohlen Halbwelle 5 eine Erkennungsvorrichtung in Form einer CCD-Kamera angeordnet ist. Diese CCD-Kamera ist in der Lage, übliche Markierungen, z. B. eine auf einem Bildschirm 14 der Brillenglasrandschleifmaschine dargestellte Drei-Punkte-Markierung 16 auf dem Rohglas 9 aufzunehmen und in elektrische Signale umzuwandeln. Der mittlere Punkt der Drei-Punkte-Markierung 16 bezeichnet den optischen Mittelpunkt des Rohglases 9, während sich aus den äußeren Punkten die Achsenlage eines zylindrischen oder prismatischen Schliffs ergibt.

Die von der CCD-Kamera 10 erzeugten Signale gelangen in einen Wandler 13 und werden dort in durch einen Rechner einer Steuereinrichtung 18 rechnerverwertbare Signale umgewandelt, so daß sich das durch die CCD-Kamera 10 aufgenommene Bild 9' des Rohglases 9 mit den Markierungen 16 auf den Bildschirm 14 lagegenau bezüglich eines Achsenkreuzes 15 darstellen läßt.

Ein genaues Positionieren des Rohglases 9 ist nicht erforderlich,

- 14 -

da die von der CCD-Kamera 10 aufgenommenen Werte über den Wandler 13 in den Rechner der Steuereinrichtung 18 eingegeben und dort rechnerisch bei der Abbildung auf dem Bildschirm 14 sowie beim CNC-gesteuerten Schleifen des Brillenglases berücksichtigt werden. Das Rohglas 9 läßt sich daher ohne besondere Anforderungen an die Genauigkeit und Geschicklichkeit der Bedienungsperson von Hand an den Halter am Deckel ansetzen und zwischen die Halbwellen 5, 6 schwenken, da die Lage des optischen Mittelpunkts und die Achsenlage eines zylindrischen oder prismatischen Schliffs durch die CCD-Kamera 10 aufgenommen und in den Rechner der Steuereinrichtung 18 rechnerisch berücksichtigt werden. Die Vorrichtung zum Erkennen der Lage des optischen Mittelpunkts und der Achsenlage eines zylindrischen oder prismatischen Schliffs an einem Rohglas 9 zwischen den Halbwellen 5, 6 ist im einzelnen in der DE 19 52 722 C2 derselben Anmelderin beschrieben.

Dem Bild 9' des Rohglases 9 auf dem Bildschirm 14 wird lagegenau ein Bild 17 des formzuschleifenden Brillenglases bzw. der Brillengestellöffnung einschließlich einer evtl. erforderlichen Dachfacette überlagert, so daß sich beim Betrachten des Bildes 9' des Rohglases 9 und des überlagerten Bildes 17 des Brillenglases feststellen läßt, ob der Rohglasdurchmesser zum Formschleifen des Brillenglases ausreichend ist.

Auf dem Bildschirm 14 lassen sich, gesteuert durch den Rechner der Steuereinrichtung 18 des weiteren in alphanumerischer Form die optometrischen Daten des Brillenträgers, die PD-Werte des

- 15 -

Brillenträgers, das Material des Brillenglases, beispielsweise Silikatglas oder Kunststoff wie CR39, Polycarbonat und/oder die Glaskurvendaten, nämlich die Radien R_1 , R_2 der optischen Vorderfläche und der optischen Rückfläche, die Mittendicke des Glases und der Rohglasdurchmesser eingeben sowie die Art der anzubringenden Facette, beispielsweise Kaiserfacette, 30%-Facette und ein mittels einer CCD-Kamera 25 aufgenommenes Bild der Facettennut 12 in einer der Schleifscheiben 3 abbilden.

Eine weitere CCD-Kamera 24 ist im Bereich des zwischen den Halbwellen 5, 6 eingespannten Rohglases 9 angeordnet. Diese CCD-Kamera 24 dient dazu, den Rohglasdurchmesser und den Verlauf der Vorder- und Rückkurve am formgeschliffenen Brillenglas als Funktion des Drehwinkels der Halbwellen 5, 6 aufzunehmen und an die Steuereinrichtung 18 über den Wandler 13 zu leiten. Bei geeigneter Anordnung lassen sich die CCD-Kameras 24, 25 auch zu einer einzigen CCD-Kamera zusammenfassen, die sowohl das Rohglas 9 bzw. das formgeschliffene Brillenglas als auch die Facettennut 12 optisch abtastet.

Statt der CCD-Kameras 10, 24, 25 lassen sich auch Laser-Scanner-Systeme verwenden.

Mit dem Rechner der Steuereinrichtung 18 sind eine Eingabetastatur 19, eine Datenleseeinrichtung 20 zum Einlesen von Daten auf Datenträgern in Form einer Karte mit einem Magnetstreifen, einem Strichcode oder einem CD-Element, ein Diskettenlaufwerk 21 zum

- 16 -

Einlesen von auf Disketten gespeicherten Daten, ein Abtastgerät 22 zum Abtasten einer Brillenglasöffnung in einem Brillengestell oder einer Formscheibe und ein Sensor 23 zum Einlesen von auf einem Brillenglas, einer Tüte für ein Brillenglas, auf einem Kasten mit Brillengläsern registrierten Daten, beispielsweise in Form eines Strichcodes oder zum Einlesen von an einem Brillengestell in Form eines Strichcodes, angeordneten Daten in die Steuereinrichtung 18 verbunden. Des weiteren kann auch noch ein Scheitelbrechwertmesser mit dem Rechner der Steuereinrichtung 18 verbunden sein, mit dem sich automatisch die optometrischen Daten eines gegebenen Brillenglases ermitteln und in den Rechner der Steuereinrichtung 18 eingeben lassen.

Der Rechner der Steuereinrichtung 18, der vorzugsweise aus einem Tischrechner (PC) besteht, bildet das Kommandozentrum und die Arbeitsvorbereitung für einen vom Augenoptiker auszuführenden Auftrag. In den Rechner der Steuereinrichtung werden alle Daten gespeichert, verarbeitet, weitergeleitet und abgerufen. Die optometrischen Daten des Brillenträgers, d. h. die Dioptrienzahl des Brillenglases, die Brechungswerte eines zylindrischen oder prismatischen Schliffs sowie deren Achsenlage und die entsprechenden optometrischen Werte eines Nahteils werden in den Rechner der Steuereinrichtung 18 entweder alphanumerisch über die Eingabetastatur 19 oder durch Ablesen von einer Kundenkarte oder Krankenkassenkarte mittels der Datenleseeinrichtung 20 oder durch Eingeben einer Diskette in das Diskettenlaufwerk 21 oder auch durch Vermessen eines vorhandenen Brillenglases des Brillenträgers

- 17 -

mittels eines Scheitelbrechwertmessers eingegeben.

Die Eingabe über eine Datenleseeinrichtung 20, ein Diskettenlaufwerk 21 oder einen Scheitelbrechwertmesser ist bevorzugt, da sich die Eingabetastatur 19 in diesem Fall besonders einfach gestalten läßt und nur maximal fünf Tasten, eine Taste zum Einschalten, eine Taste zum Eingeben des Startsignals, eine Taste zum Ansteuern eines Nachschliffs, eine Taste zum Abbrechen oder Unterbrechen eines Schleifvorgangs und eine Stop-Taste aufweisen muß. Über die Datenleseeinrichtung 20 oder das Diskettenlaufwerk 21 lassen sich auch die Formdaten der Brillenglasöffnung eines ausgewählten Brillengestells in die Steuereinrichtung 18 eingeben, wenn diese Daten in einer auf einer Karte oder einer Diskette gespeicherten Form, beispielsweise vom Brillengestellhersteller mit dem Brillengestell mitgeliefert, vorliegen.

Ist dies nicht der Fall, läßt sich die Brillengestellöffnung eines ausgewählten Brillengestells mittels einer Abtastvorrichtung 22 abtasten. Dieses Abtasten kann bevorzugt berührungslos, beispielsweise mittels eines Video-Abtastsystems, wie es in der DE 40 19 866 A1 derselben Anmelderin beschrieben ist, durchführen. Mit diesem Video-Abtastsystem läßt sich die Brillenglasöffnung einschließlich dem Verlauf der Facettennut dreidimensional einschließlich der Querschnittsform aufnehmen und in den Rechner der Steuereinrichtung 18 eingeben.

Der Pupillenabstand und die Lage der Pupillen mit Bezug auf ein

- 18 -

ausgewähltes Brillengestell (PD-Werte) lassen sich entweder in üblicher Weise durch den Augenoptiker bestimmen und alphanumerisch in den Rechner der Steuereinrichtung 18 über die Tastatur 19 eingeben, oder die PD-Werte werden vom Brillenträger mit aufgesetztem, ausgewählten Brillengestell mittels eines Videosystems 28 aufgenommen und ausgewertet und direkt dem Rechner der Steuereinrichtung 18 zugeleitet. Ein derartiges Videosystem ist unter dem Namen "Video-Infral" der Rodenstock AG bekannt.

Obwohl, wie vorstehend beschrieben, das Rohglas 9 bevorzugterweise ohne Verwendung eines Blocks zwischen die Halbwellen 5, 6 eingeschwenkt wird, ist es auch möglich, ein Rohglas 9 in einer Blockvorrichtung 29 mit einem im optischen Mittelpunkt angeordneten Block zu versehen, mit Hilfe dessen sich das Rohglas lagegenau zwischen die Halbwellen 5, 6 einsetzen läßt, ohne daß eine erneute Überprüfung der Lage des optischen Mittelpunkts mit Bezug auf die Drehachse der Halbwellen 5, 6 erforderlich ist. In diesem Fall kann die Blockvorrichtung 29, wie in der DE 42 33 400 C2 derselben Anmelderin beschrieben, gestaltet und mit dem Rechner der Steuereinrichtung 18 verbunden sein, und diese Blockvorrichtung kann auch das Abbilden des Bildes 9' des Rohglases 9 sowie des Brillenglases 17 auf dem Bildschirm 14 über den Rechner der Steuereinrichtung 18 steuern.

Mit den in den Rechner der Steuereinrichtung 18 eingegebenen optometrischen Daten, den Brillengestelldaten, den PD-Werten und den weiteren Kundendaten kann der Rechner der Steuereinrichtung 18

- 19 -

ein Rohglas hinsichtlich des erforderlichen Durchmessers, der Radien R_1 , R_2 der optischen Vorderfläche und Rückfläche sowie die optimale Mittendicke, abhängig von der Art des Brillenglasmaterials, d. h. Kunststoff oder Silikatglas, berechnen und über ein Modem 26 einem Brillenglashersteller zwecks Glasbestellung zuleiten.

Die Glaskurvendaten R_1 , R_2 und die Mittendicke können auch in den Rechner der Steuereinrichtung 18 mittels der Eingabetastatur 19 oder mittels Strichcode auf einem Rohglas, einer Tüte für ein Rohglas oder einem Kasten für Rohgläser eingegeben werden. Der Rechner der Steuereinrichtung 18 berechnet aus den eingegebenen Daten die Formdaten zum Formschleifen des Rohglases 19 entsprechend der Form des Brillenglases, die sich aus dem ausgewählten Brillengestell ergibt und steuert damit das Formschleifen mittels der Schleifscheiben 3.

Zum Schleifen der Facette rechnet der Rechner der Steuereinrichtung 18 aus den Brillengestelldaten und den Rohglasdaten einen Facettenverlauf, der beispielsweise genau dem Verlauf und dem Umfang der Facettennut im ausgewählten Brillengestell entsprechen kann. Ebenso ist es möglich, einen Facettenverlauf vorzugeben, beispielsweise eine 30%-Facette, und der Rechner in der Steuereinrichtung 18 prüft, ob dieser vorgegebene Facettenverlauf mit dem vorgegebenen Rohglas möglich ist und bezüglich seines Umfangs mit dem Umfang der Facettennut im ausgewählten Brillengestell übereinstimmt. Ist dies nicht der

- 20 -

Fall, führt der Rechner in der Steuereinrichtung 18 eine Korrektur, beispielsweise durch eine Verlagerung des Facettenverlaufs durch, wonach der Facettenschliff durchgeführt wird.

Des weiteren ist es möglich, mittels der CCD-Kamera 24 die Raumkurve der Vorderkante und der Rückkante des formgeschliffenen Brillenglases dreidimensional zu vermessen und über den Wandler 13 an die Steuereinrichtung 18 zu leiten. Anhand dieser Daten kann der Rechner in der Steuereinrichtung 18 einen Facettenverlauf berechnen, der beispielsweise aus dem Mittelwert aus dem Verlauf der Vorderkante und der Rückkante des formgeschliffenen Brillenglases gebildet wird oder von der Vorderkante einen gleichbleibenden Abstand aufweist.

Anstelle der CCD-Kamera 24 ist auch möglich, ein mechanisches Abtastsystem für den Verlauf der Vorderkante und der Rückkante des formgeschliffenen Brillenglases und für die Kontur des formgeschliffenen Brillenglases vorzusehen, mit dem entsprechende Wandler zum Erzeugen von durch die Steuereinrichtung 18 aufnehmbare und verarbeitbare elektrische Signale verbunden sind. Derartige elektromechanische Abtastvorrichtungen für den Verlauf der Vorderkante und der Rückkante des formgeschliffenen Brillenglases und der Kontur eines formgeschliffenen Brillenglases mit Soll-Ist-Wert-Vergleich sind in der DE 42 08 835 C2 und der DE 43 20 934 C2 derselben Anmelderin beschrieben. Der Verlauf der Vorderkante und der Rückkante kann auch aus den Radien der Vorder-

- 21 -

und Rückfläche sowie der Mittendicke berechnet und/oder aus einem Rechner für die Oberflächenbearbeitung übernommen werden. Dieser Rechner für die Oberflächenbearbeitung (RX-Rechner) kann derselbe Rechner wie der für die Randbearbeitung sein.

Die durch die CCD-Kamera 25 aufgenommene Facettennut 12 wird im Rechner der Steuereinrichtung 18 mit dem Bild der mittels der Brillengestellabtastvorrichtung 22 aufgenommenen Facettennut verglichen. Durch diesen Vergleich kann der Rechner der Steuereinrichtung 18 entweder, bei Übereinstimmung der Facettennuten, den Steuerbefehl zum Schleifen der Facette am Brillenglas erteilen, oder eine Korrektur des Schleifens der Facette bewirken, wenn die Abweichung zwischen der Facettennut 12 in der Schleifscheibe und der Facettennut im Brillengestell einen vorgebbaren Wert nicht überschreitet oder den Schleifvorgang abbrechen, wenn die Abweichung außerhalb der vorgegebenen Toleranz liegt.

Mit dem Rechner der Steuereinheit 18 kann auch ein Hostrechner 30 verbunden sein, der dann extern die Berechnungen vornimmt und mehrere Maschinen und Geräte im Multitasking-Betrieb steuern kann.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der Einrichtung zum Bearbeiten von Brillengläsern läßt sich somit zunächst ein ausgewähltes Brillengestell berührungslos mit Bildauswertung abtasten, wobei die Werte $r = f(\gamma)$ und $z = f(\gamma)$ sowie der Umfang U erfaßt werden, hierbei sind r der Radius der

- 22 -

Brillengestellöffnung als Funktion vom Winkel γ , z die Koordinate in einer Richtung senkrecht zur Ebene des Brillengestells und U der Umfang der Facettennut. Zusätzlich wird auch die Form der Facettennut als Funktion von γ ermittelt und mit der berührungslosen Messung der Facettennut im Schleifwerkzeug verglichen. Ziel ist es, im vorhinein Korrekturwerte beim Schleifen zu ermitteln, auch wenn die Facettennut des Schleifwerkzeugs mit der Facettennut des Brillengestells nicht übereinstimmt.

Des weiteren wird das Rohglas entsprechend seinen Markierungen berührungslos vermessen, einschließlich des Umfangs und vorzugsweise ohne Block in der Maschine geschliffen, indem die Fassungsform der Lage des Rohglases zwischen den Halbwellen 5, 6 rechnerisch zugeordnet wird, einschließlich vorgegebener Dezentrationen-(PD-)Werte.

Das Brillenglas braucht nach dem Vermessen der Lage, der Form und der Kennzeichnung mittels einer der Maschine fest zugeordneten Vorrichtung, die auch in der Maschine selbst angeordnet sein kann, nicht mehr in die Hand genommen zu werden, da in der Maschine des weiteren der Verlauf der Raumkurve der Vorderkante $z_1 = f(\gamma)$ und der Rückkurve $z_2 = f(\gamma)$ berührungslos gemessen und im Rechner der Verlauf der Facettenkurve ermittelt und zum Steuern des Schleifvorgangs verwendet wird.

Somit wird das Brillenglas nach Einlegen des Rohglases bis zur

- 23 -

Fertigstellung des formgeschliffenen und mit einer Facette versehenen Brillenglases nicht mehr aus der Maschine herausgenommen, so daß sich keine Abweichungen von Schritt zu Schritt akkumulieren können.

Sollten sich dennoch beim Bearbeiten von Brillengläsern Fehler einstellen, ist es möglich, über ein Modem 27 eine Verbindung zum Maschinenhersteller herzustellen, der auf diese Weise die Möglichkeit hat, den Rechner der Steuereinrichtung 18 mit allen angeschlossenen Eingabevorrichtungen und die Brillenglasrandschleifmaschine mittels eines Prüfprogramms zu prüfen und eine Fehlerdiagnose zu erstellen, die an den Augenoptiker zurück übermittelt wird und ihm auf dem Bildschirm 14 Anweisungen erteilt, auf welche Weise sich der Fehler abstellen läßt bzw. ob die Maschine reparaturbedürftig ist.

- 24 -

04.02.98

Meine Akte Nr. 7510a R/St

Wernicke & Co. GmbH

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Bearbeiten von Brillengläsern mittels einer CNC-gesteuerten Brillenglasbearbeitungsmaschine mit den Schritten:

- Eingeben der optometrischen Daten des Brillenträgers, d. h. Dioptrienzahl, Werte und Winkel eines zylindrischen oder prismatischen Schliffs, Stärke und Lage eines Nahteils in einen mit einer Steuereinrichtung der Maschine zusammenwirkenden Rechner,
- Eingeben der Augendurchblickpunkte (PD-Werte) des Brillenträgers durch ein ausgewähltes Brillengestell in den Rechner,
- Eingeben der Formdaten eines ausgewählten Brillengestells, ggf. des Verlaufs, der Form und des Umfangs einer Facettennut des Brillengestells oder einer dem Brillengestell entsprechenden Brillenglasnut oder einer -fase in den Rechner,
- Eingeben des Brillenglasmaterials, d. h. Silikatglas oder Kunststoff wie CR39 oder Polycarbonat, in den Rechner,
- Berechnen des erforderlichen Rohglasdurchmessers im Rechner und Anzeigen des Rohglasdurchmessers,

- 25 -

- Einsetzen eines Rohglases mit dem erforderlichen Durchmesser in die Maschine,
- ggf. Errechnen des Verlaufs einer Facette, einer Nut oder einer Fase auf dem formbearbeiteten Brillenglas aus wenigstens einem der Parameter: optometrische Daten, PD-Werte, Formdaten, Radien der Vorder- und Rückfläche sowie Mittendicke des Brillenglases,
- CNC-gesteuertes Bearbeiten des Rohglases, das zumindest das Formbearbeiten des Brillenglases und, falls gegeben, auch das Bearbeiten einer Facette, einer Brillenglasnut oder -fase, ggf. auch das Bearbeiten der optischen Oberfläche(n) umfaßt.

2. Verfahren nach Anspruch 1 mit dem zusätzlichen Schritt:

- Einrechnen von Korrekturwerten in die Bearbeitungsdaten vor dem CNC-gesteuerten Bearbeiten des Rohglases in Abhängigkeit von vorgegebenen Bearbeitungs-, Werkstück- und Werkzeugtoleranzen und festgestellten Abweichungen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 mit den zusätzlichen Schritten:

- Prüfen der Lage des in die Maschine eingesetzten Rohglases und
- Einrechnen der Lage des Rohglases in die Bearbeitungsdaten.

- 26 -

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3 mit den zusätzlichen Schritten:

- Vergleichen der Form der Facettennut im ausgewählten Brillengestell mit der Form der Facettennut in einem Brillenglasrandbearbeitungswerkzeug in der Maschine und
- rechnerische Entscheidung, ob das Bearbeiten der Facette ohne oder mit rechnerischer Berücksichtigung von Korrekturwerten möglich ist oder nicht.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, bei dem eine Kontrollanzeige der eingegebenen Werte, des erforderlichen Rohglasdurchmessers und ein lagerichtiges Abbilden des Rohglases und dazu überlagert der Brillenglasform auf einem Bildschirm erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, bei dem ein Abbilden und Zuordnen der Facettennut im Brillengestell und der sich aus der Facettennut im Brillenglasbearbeitungswerkzeug ergebenden Facette auf dem Umfang des Brillenglases auf einem Bildschirm erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem das Eingeben der für die Brillenglasbearbeitung erforderlichen Daten in maschinenlesbarer Form erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die erforderlichen Daten wenigstens teilweise auf wenigstens einem Datenträger, wie

- 27 -

Magnetstreifenkarte, Strichcodekarte oder Karte mit CD-Element oder einer Diskette gespeichert sind.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die PD-Werte durch ein automatisches Video-Aufnahme-System ermittelt und die Daten an den Rechner geleitet werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Formdaten eines ausgewählten Brillengestells einschließlich des Facettenverlaufs, der Facettenform und des Umfangs berührungslos in einer Abtastvorrichtung ermittelt und an den Rechner geleitet werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem die Abmessungen und die Form der Facettennut in dem Brillenglasrandbearbeitungswerkzeug berührungslos durch ein Video-Aufnahme-System oder Laser-Scanner-System ermittelt und die Daten an den Rechner geleitet werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem der Verlauf der Vorderkante und der Rückkante eines formbearbeiteten Brillenglases in der Maschine berührungslos durch ein Video-Aufnahme-System oder ein Laser-Scanner-System abgetastet wird, die Daten an den Rechner geleitet werden und daraus im Rechner der Verlauf einer für das ausgewählte Brillengestell geeigneten Facetten berechnet und zum Steuern der Facettenbearbeitung verwendet wird.

- 28 -

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem der Verlauf der Vorderkante und der Rückkante einer Brillenglasform entsprechend einem ausgewählten Brillengestell aus wenigstens einem der Parameter: optometrische Daten, PD-Werte, Formdaten, Radian der Vorder- und Rückfläche sowie Mittendicke durch den Rechner berechnet und daraus der Verlauf einer für das ausgewählte Brillengestell geeigneten Facette berechnet und zum Steuern der Facettenbearbeitung verwendet wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem der Verlauf der Vorderkante und der Rückkante aus den Radian der Vorder- und Rückfläche sowie der Mittendicke berechnet und/oder aus einem Rechner für die Oberflächenbearbeitung übernommen wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, bei dem die eingegebenen und errechneten Daten als Bestelldaten für das Rohglas durch Datenfernübertragung an einem Brillenglashersteller übermittelt werden.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, bei dem die eingegebenen und errechneten Daten als Bestelldaten für das fertigbearbeitete Brillenglas durch Datenfernübertragung an einen Brillenglashersteller übermittelt werden.
17. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem das bestellte und

- 29 -

eingegangene Rohglas in einer an die Steuereinrichtung angeschlossenen Brillenglasbearbeitungsmaschine fertig bearbeitet wird.

18. Brillenglasbearbeitungsmaschine mit

- einem Gehäuse (1),
- einer Bearbeitungskammer (2) im Gehäuse (1),
- einer Brillenglashaltewelle (5, 6) und einer Bearbeitungsvorrichtung (3) in der Kammer (1),
- einem mit einer Steuereinrichtung (18) zum Steuern der Bearbeitung eines von der Brillenglashaltewelle (5, 6) gehaltenen Rohglases (9) durch die Bearbeitungsvorrichtung (3) verbundenen Rechner,
- einer mit dem Rechner verbundenen Eingabetastatur (19) und
- einer mit dem Rechner verbundenen Datenlesevorrichtung (20) für auf einer Datenträgerkarte, wie Magnetstreifenkarte, Strichcodekarte oder Karte mit CD-Element, gespeicherte Daten für die Brillenglasbearbeitung.

19. Brillenglasbearbeitungsmaschine nach Anspruch 18 mit einem mit dem Rechner verbundenen Diskettenlaufwerk (21) für auf einer Diskette gespeicherte Daten für die Brillenglasbearbeitung.

20. Brillenglasbearbeitungsmaschine nach Anspruch 18 oder 19 mit einer mit dem Rechner verbundenen Abtastvorrichtung (22) für die Brillenglasöffnung in einem ausgewählten Brillengestell

- 30 -

sowie für den Verlauf, die Querschnittsform und den Umfang einer Facettennut in dem Brillengestell.

21. Brillenglasbearbeitungsmaschine nach Anspruch 18, 19 oder 20 mit einem mit dem Rechner verbundenen Sensor (23) zum Erkennen von charakterisierenden Kennzeichnungen auf einem Rohglas, auf einer Verpackung für ein Rohglas oder einem Aufbewahrungsbehälter für Rohgläser und/oder auf einem Brillengestell, einer Verpackung für ein Brillengestell oder auf einem Aufbewahrungsbehälter für ein Brillengestell.
22. Brillenglasbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 18 bis 21, mit einem mit dem Rechner verbundenen Video-Aufnahme-System (28) zum automatischen Aufnehmen der PD-Werte des Brillenträgers mit Bezug auf ein ausgewähltes Brillengestell.
23. Brillenglasbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 18 bis 22, mit einem mit dem Rechner verbundenen Scheitelbrechwertmesser zum automatischen Aufnehmen der optischen Werte eines formbearbeiteten Brillenglases oder eines Rohglases.
24. Brillenglasbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 18 bis 23, mit einer mit dem Rechner verbundenen Vorrichtung zum Aufsetzen eines Blocks oder Saugers auf ein Rohglas oder ein formbearbeitetes Brillenglas und zum

- 31 -

automatischen Übermitteln der Lage des Blocks oder Saugers auf dem Rohglas oder dem formbearbeiteten Brillenglas an den Rechner.

25. Brillenglasbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 18 bis 24, mit einer mit dem Rechner verbundenen Erkennungseinrichtung (10, 11; 24) für die Lage eines zu bearbeitenden Glases (9) bezüglich der Brillenglashaltewelle (5, 6).

26. Brillenglasbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 18 bis 25 mit einer mit dem Rechner verbundenen Erkennungseinrichtung (24) für den Durchmesser eines in der Brillenglashaltewelle (5, 6) gehaltenen Rohglases (9) und/oder für den Verlauf der Vorderkante und der Rückkante des Umfangs eines formbearbeiteten Brillenglases.

27. Brillenglasbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 18 bis 26 mit einer mit dem Rechner verbundenen Erkennungseinrichtung (25) für die Form und die Abmessungen einer Facettennut (12) in einem Brillenglasrandbearbeitungswerkzeug (3).

28. Brillenglasbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 25, 26 oder 27 mit einer aus einer CCD-Kamera bestehenden Erkennungsvorrichtung (10; 24; 25).

- 32 -

29. Brillenglasbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 18 bis 28 mit einem mit dem Rechner verbundenen Bildschirm (14) zum Anzeigen der eingegebenen Daten und/oder zum Abbilden des Rohglases (9) mit dem erforderlichen Durchmesser und/oder des lagerichtig mit Bezug auf das Rohglas ausgerichteten, formzubearbeitenden Brillenglases und/oder des Facettennutquerschnitts eines ausgewählten Brillengestells sowie der sich aus den Abmessungen und der Form der Facettennut des Brillenglasrandbearbeitungswerkzeugs ergebenden Facette eines formzubearbeitenden Brillenglases.
30. Brillenglasbearbeitungsmaschine nach den Ansprüchen 18 bis 29 mit einer Eingabetastatur, die nur eine Einschalttaste, eine Starttaste, eine Unterbrechungstaste für den laufenden Bearbeitungsgang, eine Stoptaste und ggf. eine Taste zum Ansteuern eines Nachschliffs aufweist.

